VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 121
*DIE STAATLICHE LANDWIRTSCHAFTLICHE VERSUCHSTÄTIGKEIT*
*VERÖFFENTLICHUNG N:o 121*

# SELLULOOSASTA SIAN REHUNA

*KALERVO HYPPÖLÄ*
SIKATALOUSKOEASEMA
PUISTOLA

*REFERAT:*
*ÜBER ZELLULOSE ALS SCHWEINEFUTTER*

HELSINKI 1943

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 121
*DIE STAATLICHE LANDWIRTSCHAFTLICHE VERSUCHSTÄTIGKEIT*
*VERÖFFENTLICHUNG N:o 121*

# SELLULOOSASTA SIAN REHUNA

*KALERVO HYPPÖLÄ*
SIKATALOUSKOEASEMA
PUISTOLA

*REFERAT:*
*ÜBER ZELLULOSE ALS SCHWEINEFUTTER*

HELSINKI 1943

Helsinki 1943. Valtioneuvoston kirjapaino.

# Sisällys.


Sivu

1. Tutkimuksen tarkoitus ..... 5
2. Aikaisemmat kokeet ..... 6
   a) Selluloosan ja raakakuidun sulavaisuus sialla ..... 6
   b) Selluloosan ravintoarvo sioilla ..... 8
3. Selluloosakokeet Sikatalouskoeasemalla ..... 8
   a) Jäteselluloosakoe lihotussioilla 20/11-40—1/4-41 ..... 8
   b) Koe siitoksesta poistetuilla emakoilla 11/6—10/12-41 ..... 16
   c) Emakoiden ja lihotussikojen vertailua ..... 23
4. Loppupäätelmät ..... 25

Referat: Über Zellulose als Schweinefutter ..... 26

Kirjallisuusluettelo ..... 28

## *1. Tutkimuksen tarkoitus.*

Vallitseva rehu- ja lihapula on pakoittanut myös sikojen ruokintaan etsimään ja käyttämään normaaliaikoina käytetyistä poikkeavia rehuja. Märehtijöiden ja hevosten ruokinnassa on selluloosasta saatu hyvä apurehu. Ehkä juuri näillä eläimillä saaduista hyvistä tuloksista johtuen on selluloosaa käytännössä kokeiltu, ja jatkuvasti paikoin myös käytetään sekä lihotussikojen että siitossikojen rehuna. On havaittu, että siat syövät selluloosan kuiva-ainetta jopa lähes kilon eläintä kohti päivässä. Huolimatta siitä, että sian ruuansulatuskanava ei ilmeisesti ole sopeutunut selluloosan (raakakuidun) hyväksikäyttöön, esiintyy myös lehdistössä jatkuvasti tietoja siitä, että sitä kuitenkin voitaisiin käyttää sikojen rehuna. Koska nykyisin on tärkeätä saada selvyys selluloosan merkityksestä sikojen ruokinnassa, ja koska tätä asiaa koskevat kirjallisuudessa esitetyt tiedot näyttävät asiaan lähemmin perehtymättä varsin ristiriitaisilta, on Sikatalouskoeasemalla järjestetty kokeita selluloosalla. Tässä selostettavien kokeiden päätarkoitus oli:

1. Selvittää selluloosan ravintoarvoa ja käyttömahdollisuuksia lihotussikojen ruokinnassa.

2. Selvittää selluloosan ravintoarvoa ja käyttömahdollisuuksia siitoksesta poistettujen emakoiden elatusrehuna.

Näiden päätarkoitustensa ohella voidaan kokeista saada selvitystä eräisiin muihinkin varsin merkityksellisiin kysymyksiin.

Verraten yleinen käsitys on, että täyttävien (raakakuitupitoisten) rehujen ravintoarvo täysikasvuisilla sioilla olisi suurempi kuin kasvavilla lihotussioilla. Tämän kysymyksen yleiseen selvittämiseen on selluloosa katsottava erittäin sopivaksi, koska mainitut erot, mikäli niitä on olemassa, johtunevat lähinnä eri ikäisten ja eri suuria rehumääriä saavien sikojen erilaisesta kyvystä käyttää juuri rehun selluloosaa hyväkseen.

Taloudellisia laskelmia varten on olemassa riittävät kasvunopeus- ja rehunkulutusnormit silloin, kun ruokinta on optimaalinen. Mutta selvittämättä on, missä määrin kasvunopeus alenee ja rehunkulutus lisäkasvukiloa kohti nousee rehuannoksen täyttävyyden lisääntyessä. Täyttävät rehuthan yleensä ovat halvempia kuin väkevät, joten mahdollisimman vähäiseen rehunkulutukseen kasvukiloa kohti pyrkimisen ei ehdottomasti aina tarvitse olla taloudellisinta. Lihotussioilla suoritetun kokeen perusteella voitiin saada lisäselvitystä myös mainittuun kysymykseen.

Emakoilla suoritetussa kokeessa voitiin lisäksi tarkistaa meikäläisissä olosuhteissa nykyisiä emakoiden elatusrehuntarvenormeja.

## 2. *Aikaisemmat kokeet.*

### a. Selluloosan ja raakakuidun sulavaisuus sialla.

Sialla tapahtuu selluloosaa sulattavaa mikro-organismitoimintaa umpisuolessa ja paksussa suolessa (Scheunert; Krzywanek; ref. Mangold 1937, p. 44). Niiden ruuansulatuskanavan osien, joissa selluloosan sulatus tapahtuu, absoluuttinen tilavuus (Haesler 1929) ja suhteellinen tilavuus on eri kotieläimillä seuraava:

| | litr. | Elatus ry kohti ltr. | Tuotannon ollessa korkeimmillaan ltr. |
|---|---|---|---|
| Lehmällä etumahat ..... | 180 | 50 | 10—20 |
| Hevosella umpi ja paksusuoli ..... | 120 | 28 | 9—14 |
| Sialla » » » ..... | 11 | 10 | 4 |

Esitetyt luvut osoittavat, että bakteeritoiminnan edellytykset ovat sian ruuansulatuskanavassa varsin pienet hevoseen ja lehmään verrattuna. Pelkästään näiden lukujen perusteella tarvitsisi sika jo elatukseensa yhtä konsentroitua rehua kuin hevonen erittäin raskaassa työssä ja lehmä erittäin korkeassa maidontuotannossa.

Sian umpisuolen ja paksusuolen tilavuutta on mahdollisuus laajentaa aina 35—50 %:lla syöttämällä sille porsaasta saakka tilaaottavia rehuja mahdollisimman paljon. Ruuansulatuskanavan kokonaistilavuus ei silti kuitenkaan sanottavasti suurene (Haesler 1929; Mangold 1930).

Eri rehujen raakakuidun sulavaisuutta sialla lampaaseen verrattuna osoittavat sulavaisuuskertoimet taulukossa 1.

Taulukko N:o 1. *Raakakuidun sulavaisuus sialla ja lampaalla.*

Tabelle 1. *Die Verdauung von Rohfaser beim Schwein und Schaf.*

| Rehu *Futter* | Raakakuidun sulavaisuusprosentti — *Verdauungsprozent der Rohfaser* | | Sioilla tehdyissä kokeissa annettu 100 elop. kg kohti pv:ssä — *Bei den mit Schweinen ausgeführten Versuchen je 100 kg Lebendgewicht täglich gegeben* | | Kokeiden tekijä *Ausführer der Versuche* |
|---|---|---|---|---|---|
| | lampaalla *beim Schaf* | sialla *beim Schwein* | kuiva-ainetta *Trockensubstanz* g | raakakuitua *Rohfaser* g | |
| Vehnänruumenet — *Weizenspreu* ..... | 30 | 0.0 | 1 785 | 170 | Fingerling y. m. (1914 a) |
| Hienot vehnänleseet — *Feine Weizenkleie* ..... | 38 | 0.0 | 1 819 | 139 | Honcamp y. m. (1913) |
| Kaurankuoret — *Haferschalen* ..... | 44—56 | 0—4.5 | | | Mitshel ja Hamilton (1933) |
| Ruoho — *Gras* ..... | 69 | 39 | 1 141 | 133 | Fingerling y. m. (1914 a) |
| Olkiselluloosajauho — *Strohzellulosemehl* | 77 | 95 | 1 776 | 199 | Fingerling y. m. (1914 a) |
| Olkiselluloosajauho — *Strohzellulosemehl* | — | 97 | 994 | 189 | Fingerling y. m. (1914 b) |

Taulukon n:o 1 perusteella on selvä se johtopäätös, minkä FINGERLING y. m. (1914 a) ja MANGOLD (1937) ovat tehneet, nimittäin että sika sulattaa puhdasta selluloosaa yhtä hyvin kuin märehtijät, mutta puuntumisaineiden lisääntyessä vähenee selluloosan sulavaisuus sialla märehtijöihin verrattuna. Tässä yhteydessä mainittakoon, että hevosella on puuntumisaineiden raakakuidun sulavaisuus parempi kuin sialla, mutta pienempi kuin märehtijöillä, KELLNERin (1920) esittämien sulavaisuuskertoimien mukaan.

Puuntumisaineista vapautetun selluloosan ravintoarvo on märehtijöillä sama oli se tehty oljista tai puusta (EDIN 1918). Tämän mukaan odottaisi myös puusta saadun selluloosan sulavaisuuden sioilla olevan yhtä hyvän kuin taulukossa n:o 1 esitetty olkiselluloosan sulavaisuus. Kuitenkin MITSHEL ja HAMILTON (1933) mainitsevat puuselluloosan sulavaisuuden sialla olevan vain 0—9.2 %. Samaan tulokseen on myös EDIN (1940) tullut. Muita ja yksityiskohtaisempia tietoja selluloosan sulavaisuudesta sialla ei ole esitettävissä. MITSHELLin ja HAMILTONin sekä FINGERLINGin (taulukko 1) esittämien aivan vastakkaisten tulosten suhteen selluloosan sulavaisuudesta on huomautettava, että FINGERLING käytti kokeissaan ensinnäkin niin pieniä kuiva-ainemääriä, että ne ovat vain 35—60 % sian normaalisesta kuiva-aine-

tarpeesta ja toiseksi koko rehuannoksen kuitumäärä oli alle 200 g 100 elopainokiloa kohti päivässä. Käytännön kannalta on tällainen määrä merkityksetön.

### b. Selluloosan ravintoarvo sioilla.

Selluloosan ravintoarvosta sikojen ruokinnassa on esittettävissä vain FINGERLINGin (1914 b; 1932) kokeiden tulokset. Näiden kokeiden mukaan muodostuu sioilla 1 kg:sta sulavaa selluloosaa 248 g rasvaa ja kg:sta sulavaa tärkkelystä 369 g rasvaa. Täten vastaa sioilla 1.49 kg sulavaa selluloosaa 1 kg:aa tärkkelystä.

Priimaselluloosarehun kuiva-aine sisältää selluloosaa ja siihen verrattavaa 98 % ja jäteselluloosan kuiva-aine 93 % (POIJÄRVI 1940 b; EDIN, ref. POIJÄRVI 1940 b). Jos selluloosasta sulaisi 96 % (kuten FINGERLING esittää), tarvittaisiin sioilla parhaimmassakin tapauksessa vähintään 1.58 kg priimaselluloosarehun ja 1.67 kg jäteselluloosarehun kuiva-ainetta vastaamaan yhtä rehuyksikköä.

FINGERLINGin kokeiden lisäksi on esitettävissä seuraavat käytännöllisten ruokintakokeiden tulokset.

HVIDSTEN (1940) kertoo kahdesta Ruotsissa 1918 suoritetusta selluloosakokeesta. Toisessa käytettiin selluloosaa 0.37 kg eläintä kohti päivässä ja tulos oli varsin hyvä. Toinen koe oli keskeytettävä, koska siat eivät syöneet selluloosaa.

ELLINGBØN (1940) kokeissa söivät siat 3 kk:n vanhoina n. ⅓ kg ja 8 kk:n vanhoina n. 1 kg:n selluloosaa eläintä kohti päivässä. Kasvunopeus oli alhainen, tuskin 300 g eläintä kohti päivässä.

## *3. Selluloosakokeet Sikatalouskoeasemalla.*

### a. Jäteselluloosakoe lihotussioilla 20/11-40—1/4-41.

Kokeessa käytettyjen rehujen analyysitulokset esitetään taulukossa n:o 2. Niiden ry-arvo on laskettu HANSSONin (1916) normeja käyttäen.

Koerehuksi valittiin puhdistettu jäteselluloosa sen johdosta, että tri JOHANSSONin suorittamissa kokeissa oli puhdistamattomallakin jäteselluloosalla saatu kokeiden suorittajan mielestä hyviä tuloksia. Puhdistetun jäteselluloosarehun selluloosa onkin märehtijöillä suunnilleen samanarvoista kuin sulfiitti- tai sulfaattiselluloosarehun selluloosa, (POIJÄRVI 1940 a). Jäteselluloosa oli O. Y. Selsan lahjoittamaa

## Taulukko n:o 2. *Koerehujen analyysit.*

Tabelle 2. *Die Analysen der Versuchsfuttermittel.*

| Anal. päivä *Analysentag* | Käytetty ajalla *Verbrauchszeit* | Rehu *Futtermittel* | Alkup. kuiva-aine *Ursprüngl. Trockensubstanz* % | Kuiva-ainetta *Trockensubstanz* % | Tuhkaa — *Asche* % | Raakavalkuaista *Rohprotein* % | Puhdasvalkuaista *Reinprotein* % | Raakarasvaa *Rohfett* % | Typettömiä uuteaineita — *Stickstofffreie Extraktstoffe* % | Raakakuitua *Rohfaser* % | Laskettu ry-arvo 100 kg kohti — *Berechneter FE.-Wert je 100 kg* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ohrajauhot | | | | | | | | | |
| 19/10. 40 | —7/1.41 | *Gerstenmehl* | 88.2 | 100.0 | 3.0 | 14.8 | 13.0 | 2.7 | 73.9 | 5.6 | 103.7 |
| 23/12. 40 | 8/1—18/3.41 | » | 88.2 | 100.0 | 3.2 | 14.6 | 13.3 | 2.7 | 73.4 | 6.1 | 103.6 |
| 26/3. 41 | 19/3.41— | » | 86.3 | 100.0 | 2.8 | 14.8 | 13.4 | 2.4 | 74.8 | 5.2 | 102.1 |
| | | Kaurajauhot | | | | | | | | | |
| 14/11. 40 | —23/12.41 | *Hafermehl* | 87.8 | 100.0 | 3.3 | 14.1 | 13.1 | 5.6 | 66.8 | 10.2 | 87.8 |
| 23/12. 40 | 24/12.40—18/3.41 | » | 89.6 | 100.0 | 3.5 | 13.7 | 12.2 | 5.6 | 66.6 | 10.6 | 88.2 |
| 26/3. 41 | 19/3.41— | » | 86.9 | 100.0 | 3.9 | 15.5 | 14.0 | 5.4 | 65.2 | 10.0 | 86.0 |
| | | Vehnänleseet | | | | | | | | | |
| 19/10. 40 | —23/12.40 | *Weizenkleie* | 86.7 | 100.0 | 4.7 | 17.7 | 15.6 | 5.0 | 64.9 | 7.7 | 70.5 |
| 23/12. 40 | 24/12.40—18/3.41 | » | 88.1 | 100.0 | 4.9 | 17.4 | 15.3 | 4.8 | 64.6 | 8.3 | 71.1 |
| 26/3. 41 | 19/3.41— | » | 86.5 | — | — | — | — | — | — | — | 70.1 |
| | | Kalajauhot | | | | | | | | | |
| 19/10. 40 | 20/11— | *Fischmehl* | 89.7 | 100.0 | 9.9 | 76.0 | 69.7 | 12.3 | 1.2 | 0.6 | 135.8 |
| | | Säilöperuna | | | | | | | | | |
| 26/10.40—12/2.41 | 20/11.40—11/2.41 | *Sauerkartoffel* | (22.2) | 100.0 | 6.1 | 7.3 | 5.3 | — | 83.6 | 3.0 | (25.2) |
| 12/2—6/3. 41 | 12/2—6/3.41 | » | (22.4) | 100.0 | 6.5 | 7.2 | 5.3 | — | 83.3 | 3.0 | (25.5) |
| | | Kuorittu maito—*Magermilch* | | | | | | | | | |
| 20/11.40—1/4. 41 | 20/11.40—1/4.41 | | (8.85) | — | — | — | — | — | — | — | (16.2) |
| | | Jäteselluloosa | | | | | | | | | |
| 11/12. 40 | 20/11—11/12.40 | *Restzellulose* | — | 100.0 | [1])4.5 | 0.46 | — | 1.4 | 17.3 | 72.2 | — |
| 28/12. 40 | 12/12.40— | » | — | 100.0 | 3.1 | — | — | 1.4 | [2])94.7 | [3])1.2 | — |

puhdistettua ja jauhettua Lievestuoreen jäteselluloosaa. Sen alkuperäinen kuiva-ainepitoisuus oli n. 50 %.

Tri Johanssonin ohjeiden mukaan olisi jäteselluloosa neutralisoitava lisäämällä siihen ennen syöttöä kaurajauhovelliin tehtyä kalkkimaitoa. Titraamalla ja pH-määräyksillä suoritetuissa sarjakokeissa todettiin, että jäteselluloosa, jonka pH on n. 4.8, on erittäin hitaasti neutralisoituvaa. Huonelämmössä kului tähän aikaa 2—3 vrk., ja keittämällä vähintäin ½ t. $Ca^{\cdot\cdot}$- ja $Na^{\cdot}$-ionien vaikutuksessa neutralisoitumisnopeuteen ei ollut selvää eroa havaittavissa, samoin ei kaurajauho vaikuttanut millään tavoin neutralisoitumisnopeutta kiihdyttävästi. Jäteselluloosan neutralisoimiseen pH 4.8:sta pH 7.5:een kului $Ca(OH)_2$:a 1 % jäteselluloosan kuiva-aineen painosta. Koska on ajateltavissa, että sian ruuansulatuskanavassa selluloosa ei ehdi neutrali-

[1]) Primäärinen tuhkapitoisuus n. 3.5 %. — *Primärer Aschengehalt ca.* 3.5 %.

[2]) Selluloosaa — *Zellulose.*

[3]) Ligniiniä — *Lignin.*

soitua bakteereille sopivaan happamuusasteeseen, neutralisoitiin kokeessa käytetty jäteselluloosa lisäämällä siihen 1 % kuiva-aineen painosta sammutettua kalkkia ja vettä niin paljon, että selluloosa tuli sisältämään kuiva-ainetta 25—28 %. Ennen syöttöä annettiin sen seistä vähintäin 3 vrk. Päivittäistä selluloosa-annosta punnittaessa otettiin tästä kosteasta selluloosasta näyte, jonka suuruus oli 0.5 % punnitusta selluloosamäärästä. Viikoittain tehtiin nämä näytteet yhdistämällä saadusta näytteestä kuiva-ainemääräys. Taulukossa n:o 2. esitetty ensimmäinen selluloosa-analyysi on tehty viimemainitut näytteet kokeen alkupuolelta yhdistämällä saadusta näytteestä. Toinen analyysi edustaa koko myöhemmin syötettyä jäteselluloosaerää ilman kalkkilisäystä.

Säilöperunasta tehtiin kuiva-ainemääräys viikoittain ja näistä yhdistämällä saadusta näytteestä taulukossa n:o 2 esitetyt analyysitulokset. Säilöperuna oli tehty Ruusulehti-perunasta betonisäiliöihin keittäen säilömällä. Laadultaan se oli hyvin onnistunutta. Kuiva-ainetappio eri säiliöissä oli 4.2—6.5 %.

Kuoritusta maidosta tehtiin kuiva-ainemääräys viikoittain. Kuiva-aineen ry-arvoksi laskettiin koko kokeen ajan 1.827 ry/kg ka. [1]).

Ennen kokeen alkua todettiin neljällä 26—49 kg painavalla sialla, että ne pystyivät syömään säilöperunan ja teurastusjätteen kuiva-ainetta 1.7—1.9 kg sekä lisäksi 1.3—1.2 kg jäteselluloosan kuiva-ainetta 100 elopainokiloa kohti päivässä. Tämän perusteella laadittiin ruokintasuunnitelma (taulukko 3), jonka mukaan vertailuryhmän eläimet tulivat saamaan säilöperunaa ⅓ ravinnontarpeestaan. ⅔ ravinnontarpeesta tyydytettiin kuoritulla maidolla, kaurajauhoilla, vehnänleseillä ja ohrajauhoilla. Ryhmä II:lla vaihdettiin ½ säilöperunasta ja ryhmä III:lla säilöperuna kokonaan seokseen, jossa oli yhtä jäteselluloosan kuiva-ainekiloa kohti 2.6 kg kuorittua maitoa. Mainitun seoksen on märehtijöillä saatujen tulosten mukaan laskettu valkuaispitoisuudeltaan vastaavan säilöperunaa. Tätä seosta suunniteltiin annettavaksi niin paljon, että se märehtijöillä saatujen tulosten mukaan vastaisi ravintoarvoltaan vaihdettua säilöperunamäärää. Täten voidaan lähinnä ryhmä II:n koetulosten perusteella laskea selluloosan ravintoarvo. Ryhmä III:n tulokset sitävastoin kuvastavat tuloksia siinä tapauksessa, että ruokintaan ei voitaisi käyttää C-vitamiinipitoista säilöperunaa ja selluloosaa annettaisiin silti erittäin runsaasti. Kivennäisrehuna oli kaikille eläimille annettava 7 g 10 elopainokiloa kohti seosta, jossa oli 31.4 % dikalsiumfosfaattia, 4.3 % natriumfosfaattia, 44.2 % ruokintakalkkia, 20.0 % keittosuolaa, 0.08 %

[1]) ka = kuiva-aine.

ferrum reductum'ia ja 0.03 % kaliumjodidia. Kalanmaksaöljyä oli annettavissa 1.5 g 10 elopainokiloa kohti ryhmälle I 40 kg:aan, ryhmälle II 60 kg:aan ja ryhmälle III 75 kg:aan saakka.

Taulukko N:o 3. *Ruokintasuunnitelma.*

Tabelle 3. *Fütterungsplan.*

| Elopaino *Lebendgewicht* | Kuorittua maitoa *Magermilch* | Vehnänlesettä *Weizenkleie* | Kaurajauhoja *Hafermehl* | Ohrajauhoja *Gerstenmehl* | Säilöperunaa *Sauerkartoffel* | Jätesellu-loosan ka *Restzellulose TS* | Yhteensä — *Insgesamt* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kg | kg | kg | kg | kg | kg | kg | kg ka *TS* | g sv *V. Eiw.* | ry *FE* |
| Ryhmä I. — *Gruppe I.* | | | | | | | | | |
| 25—30 | 3.2 | 0.4 | 0.3 | — | 1.5 | — | 1.25 | 190 | 1.46 |
| 30—35 | 3.2 | 0.4 | 0.3 | — | 1.8 | — | 1.31 | 193 | 1.53 |
| 35—40 | 3.5 | 0.5 | 0.3 | — | 2.2 | — | 1.52 | 218 | 1.75 |
| 40—50 | 3.5 | 0.6 | 0.4 | — | 3.0 | — | 1.91 | 248 | 2.11 |
| 50—60 | 3.0 | 0.4 | 0.9 | — | 3.5 | — | 2.21 | 260 | 2.45 |
| 60—70 | 3.0 | 0.4 | 0.9 | 0.2 | 4.0 | — | 2.45 | 283 | 2.77 |
| 70—80 | 3.0 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 4.0 | — | 2.63 | 295 | 3.03 |
| 80—90 | 3.0 | — | 0.8 | 0.9 | 4.5 | — | 2.74 | 294 | 3.22 |
| 90—95 | 2.8 | — | 0.3 | 1.5 | 4.5 | — | 2.81 | 295 | 3.36 |
| Ryhmä II. — *Gruppe II.* | | | | | | | | | |
| 25—30 | 3.62 | 0.4 | 0.3 | — | 0.7 | 0.16 | 1.26 | | |
| 30—35 | 3.67 | 0.4 | 0.3 | — | 0.9 | 0.18 | 1.34 | | |
| 35—40 | 4.08 | 0.5 | 0.3 | — | 1.1 | 0.23 | 1.54 | | |
| 40—50 | 4.29 | 0.6 | 0.4 | — | 1.5 | 0.30 | 1.94 | | |
| 50—60 | 3.90 | 0.4 | 0.9 | — | 1.8 | 0.35 | 2.26 | | |
| 60—70 | 4.05 | 0.4 | 0.9 | 0.2 | 2.0 | 0.41 | 2.51 | | |
| 70—80 | 4.05 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 2.0 | 0.41 | 2.67 | | |
| 80—90 | 4.21 | — | 0.8 | 0.9 | 2.2 | 0.47 | 2.81 | | |
| 90—95 | 3.96 | — | 0.3 | 1.5 | 2.3 | 0.45 | 2.87 | | |
| Ryhmä III. — *Gruppe III.* | | | | | | | | | |
| 25—30 | 3.99 | 0.4 | 0.3 | — | — | 0.30 | 1.28 | | |
| 30—35 | 4.15 | 0.4 | 0.3 | — | — | 0.37 | 1.37 | | |
| 35—40 | 4.66 | 0.5 | 0.3 | — | — | 0.45 | 1.58 | | |
| 40—50 | 5.08 | 0.6 | 0.4 | — | — | 0.61 | 1.99 | | |
| 50—60 | 4.85 | 0.4 | 0.9 | — | — | 0.71 | 2.30 | | |
| 60—70 | 5.11 | 0.4 | 0.9 | 0.2 | — | 0.81 | 2.55 | | |
| 70—80 | 5.11 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | — | 0.81 | 2.73 | | |
| 80—90 | 5.37 | — | 0.8 | 0.9 | — | 0.91 | 2.86 | | |
| 90—95 | 5.17 | — | 0.3 | 1.5 | — | 0.91 | 2.92 | | |

Koetta varten hankittiin Jokioisten kartanosta 28 porsasta. Näistä valittiin kokeeseen 24 porsasta, jotka jaettiin 19 päiväisen valmistuskauden perusteella kasvunopeuteen, suhteelliseen rehunkulutukseen, sukupuoleen ja ikäänsä nähden kolmeen samanarvoiseen ryhmään (taulukko 4).

## Taulukko N:o 4. *Valmistuskausi.*

Tabelle 4. *Die Bereitungsperiode.*

| Ryhmä *Gruppe* | Leikkoja *Barke* kpl. — St. | Emakkoja *Säue* kpl. — St. | Loppupaino *Endgewicht* kg | Lisäkasvu — *Zuwachs* Yhteensä *Insgesamt* kg | Lisäkasvu — *Zuwachs* Eläintä kohti *je Tier* g/pv. g/Tg | Suhteellinen rehunkulutus *Relativer Futterverbrauch* ry | Keski-ikä kauden lopussa *Alter am Ende der Periode* pv. — *Tg.* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 4 | 4 | 33.8 | 10.0 | 528 | 2.53 | 99 |
| II | 4 | 4 | 33.9 | 10.0 | 526 | 2.55 | 97 |
| III | 4 | 4 | 33.9 | 10.0 | 528 | 2.53 | 97 |

Eläinten terveys valmistuskaudella oli moitteeton. Valmistuskautta seurasi 1 viikon siirtokausi.

Ruokinta kokeen aikana esitetään taulukossa n:o 5.

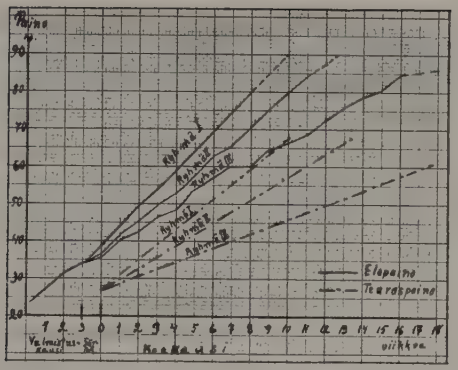
## Taulukko N:o 5. *Ruokinta.*

Tabelle 5. *Fütterung.*

| Ryhmän n:o *Gruppennr.* | Koelakso *Versuchsfolge* | Koepäiviä *Versuchstage* pv. *Tg.* | Ruokintapäiviä *Fütterungstage* pv. *Tg.* | Paino jakson alussa *Gewicht am Anfang der Folge* kg | Paino jakson lopussa *Gewicht am Ende der Folge* kg | Kuorittua maitoa *Magermilch* kg | Vehnänlesettä *Weizenkleie* kg | Kaurajauhoja *Hafermehl* kg | Ohrajauhoja *Gerstenmehl* kg | Kalajauhoja *Fischmehl* kg | Säilöperunaa *Sauerkartoffel* kg | Selluloosan kuiv.ain. *Trockensubstanz der Zellulose* kg | Yhteensä — *Insgesamt* kg ka *TS* | Perusrehussa *Verd. Eiweiss im Grundfutter* sv kg | Perusrehussa *Im Grundfutter* ry *FE* | kg ka eläintä kohti pv:ssä—*kg TS je Tier täglich* | Selluloosan ka el. kohti pv:ssä *TS. der Zellulose je Tier täglich* kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 21 | 168 | 304.4 | 428.5 | 518.3 | 88.0 | 79.3 | — | 1.92 | 470.4 | — | 301.1 | 39.00 | 338.7 | 1.79 | — |
| II | 1 | 28 | 224 | 292.6 | 419.4 | 833.7 | 121.7 | 91.2 | - | 1.92 | 287.8 | 69.2 | 401.5 | 53.78 | 384.5 | 1.79 | 0.31 |
| III | 1 | 34 | 272 | 290.8 | 420.5 | 1 172.4 | 134.2 | 94.2 | – | 1.92 | — | 126.2 | 434.0 | 62.72 | 371.7 | 1.60 | 0.44 |
| I | 2 | 20 | 160 | 428.5 | 544.5 | 466.7 | 66.6 | 130.5 | 13.2 | 0.80 | 560.5 | — | 353.4 | 40.75 | 394.5 | 2.21 | — |
| II | 2 | 28 | 224 | 419.4 | 566.5 | 861.3 | 89.9 | 193.7 | 23.0 | 0.80 | 411.4 | 87.6 | 531.5 | 61.39 | 507.2 | 2.37 | 0.39 |
| III | 2 | 43 | 344 | 420.5 | 552.0 | 1 505.9 | 137.2 | 261.9 | 22.3 | 5.30 | — | 217.9 | 732.9 | 91.61 | 605.0 | 2.13 | 0.63 |
| I | 3 | 29.1 | 233 | 544.5 | 718.7 | 692.8 | 40.8 | 197.0 | 146.2 | — | 958.1 | — | 615.0 | 64.82 | 708.7 | 2.64 | — |
| II | 3 | 36.5 | 292 | 566.5 | 723.8 | 1 168.0 | 28.4 | 231.8 | 226.3 | 0.80 | 604.6 | 128.8 | 797.1 | 85.27 | 799.6 | 2.73 | 0.44 |
| III | 3 | 46.1 | 369 | 552.0 | 643.0 | 1 648.0 | 88.3 | 292.3 | 138.7 | — | — | 224.5 | 831.8 | 100.31 | 731.0 | 2.25 | 0.61 |
| I | 1—3 | 70.1 | 561 | 304.4 | 718.7 | 1 677.8 | 195.4 | 406.8 | 159.4 | 2.72 | 1 989.0 | — | 1 269.5 | 144.57 | 1 441.9 | 2.26 | — |
| II | 1—3 | 92.5 | 740 | 292.6 | 723.8 | 2 903.0 | 240.0 | 516.7 | 249.3 | 3.52 | 1 303.8 | 285.6 | 1 730.1 | 200.44 | 1 691.3 | 2 34 | 0.39 |
| III | 1—3 | 123.1 | 985 | 290.8 | 643.0 | 4 326.3 | 359.7 | 648.4 | 161.0 | 7.22 | — | 568.6 | 1 998.7 | 254.64 | 1 707.7 | 2.03 | 0.58 |

Ryhmien painon kehitys esitetään graafisesti piirroksessa n:o 1.

Piirroksesta n:o 1 havaitaan m. m., että 85 elopainokilon saavuttamiseen ryhmä I:ltä on mennyt 9 viikkoa kokeen alusta laskien, ryhmä II:lta 11.2 viikkoa ja ryhmä III:lta 16 viikkoa. Vielä suuremmat ovat erot teuraspainoon nähden.




Piirros n:o 1. Koeryhmien kehitys jäteselluloosakokeessa.
Fig. 1. *Die Entwicklung der Versuchsgruppen im Restzelluloseversuch.*

Koe-eläimet teurastettiin sitä mukaan kuin ne tulivat n. 90 kg:n painoisiksi. Ryhmä III:n eläimistä oli kuitenkin kolme teurastettava alipainoisina, koska niiden painon kehitys lakkasi miltei kokonaan.

Sulavaisuuskokeita ei voitu suorittaa, mutta lantaa mikroskoopilla tarkastamalla voitiin todeta, että se sekä ryhmällä II että III sisälsi erittäin runsaasti sulamatonta selluloosaa.

Kokeen tulokset esitetään taulukossa n:o 6. Loppupaino on laskettu teuraspainosta 25 %:n teurastustappioita vastaavaksi. Täten ei teurastustappion erilaisuus vaikuta koetulokseen. Jäteselluloosan ry-arvo on laskettu EDIN:in ja HELLEDAYN (1935) tapaa käyttäen, jolloin erilainen kasvunopeus ei vaikuta saatuun ry-arvotulokseen. Suhteellisen rehukulutuksen (ry/kg lisäkasvua) mukaan laskettuja ravintoarvolukuja sanotaan v ä k i r e h u a r v o i k s i. Ne ilmaisevat, kuinka paljon väkirehua koerehu on koeolosuhteissa säästänyt.

Vertailuryhmän, ryhmä I, taulukko 6, terveys kokeen ajan oli moitteeton. Tasaisuuteensa nähden voidaan ryhmää pitää vertailuryhmäksi riittävän luotettavana. Ryhmällä oli teurastustappio 25.8 %, selkäsilavan paksuus 3.1 cm ja vatsasilavan paksuus 3.4 cm.

Ryhmä II:n terveys oli samoin koko kokeen ajan moitteeton. Kokeen aikana eläimet saivat 0.37—0.41 kg, keskimäärin 0.39 kg, jäteselluloosan kuiva-ainetta eläintä kohti päivässä. Rehun kuiva-ainetta ryhmä söi saman määrän kuin vertailuryhmäkin. Joskin ryhmä söi rehuannoksensa kokonaisuudessan, süs märehtijöillä saadun selluloosan ry-arvon mukaan saman ry-määrän kuin vertailuryhmäkin, oli sen kasvunopeus kuitenkin huomattavasti alhaisempi kuin vertailuryhmällä. Ryhmä II:lla se oli 585 g/pv. ja vertailuryhmällä 743 g/pv. Ryhmä II:n parhaalla eläimellä (K 222) kasvunopeus oli alhaisempi

## Taulukko N:o 6. *Lihotussioilla suoritetun jätesellulooosakokeen tulokset.*

Tabelle 6. *Die Ergebnisse des mit Mastschweinen ausgeführten Restzelluloseversuchs. V.*

| N:o N.. | Eläimen Tier- Sukupuoli [2]) Geschlecht [2]) | Koe- ja ruokintapäiviä Versuchs- u. Fütterungstage | Paino eläintä kohti — Gewicht je Tier: Kokeen alussa Zu Versuchsbeginn kg | Paino eläintä kohti — Gewicht je Tier: Kokeen lopussa Am Versuchsende kg | Lisäkasvu Zuwachs: Yhteensä Insgesamt kg | Lisäkasvu Zuwachs: Eläintä kohti päivässä — Je Tier täglich g | Lasketun ravinnontarve (L) Berechneter Nahrungsbedarf (L): ry FE | Perusrehua (P) Grundfutter (P): ry FE | Jätesellulooosan kuiva-aine Trockensubstanz der Restzellulose — Syötetty — Verfüttert: Yhteensä Insgesamt kg | Eläintä kohti päivässä Je Tier täglich kg | ry/100 kg FE/100 kg | Väkirehuarvo 100 kg kohti Kraftfutterwert je 100 kg ry FE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Ryhmä II — *Gruppe II* | | | | | | | |
| 153 | E(S) | 84 | 37.3 | 86.5 | 49.2 | 586 | 185.6 | 188.6 | 32.5 | 0.39 | — 3.0 — 9.2 | — 54 |
| 161 | K(E) | 84 | 38.3 | 89.1 | 50.8 | 605 | 191.5 | 192.4 | 33.4 | 0.40 | — 0.9 — 2.7 | — 47 |
| 182 | E(S) | 77 | 43.2 | 88.3 | 45.1 | 586 | 175.9 | 181.3 | 31.6 | 0.41 | — 5.4 —17.1 | — 77 |
| 184 | E(S) | 91 | 40.1 | 90.7 | 50.6 | 556 | 200.8 | 205.1 | 35.0 | 0.38 | — 4.3 —12.3 | — 83 |
| 212 | K(E) | 91 | 34.7 | 89.3 | 54.6 | 600 | 204.0 | 202.1 | 34.6 | 0.38 | + 1.4 + 4.0 | — 36 |
| 222 | K(E) | 91 | 34.3 | 91.5 | 57.2 | 629 | 210.3 | 209.5 | 35.5 | 0.39 | + 0.8 + 2.3 | — 29 |
| 221 | K(E) | 111 | 32.0 | 90.7 | 58.7 | 529 | 230.6 | 255.7 | 41.6 | 0.38 | —25.1 —60.3 | —123 |
| 233 | E(S) | 111 | 32.7 | 97.7 | 65.0 | 586 | 249.4 | 256.1 | 41.4 | 0.37 | — 6.7 —16.2 | — 72 |
| Yhteensä | | 740 | 292.6 | 723.8 | 431.2 | — | 1 648.1 | 1 691.3 | 285.6 | — | —43.2 — | — |
| Keskim.[1]) *Insgesamt Durchschnittl.* [1]) | | 92.5 | 36.6 | 90.5 | 53.9 | 585 | 206.0 | 211.4 | 35.7 | 0.39 | — 5.4 —13.9 ± 7.2 | — 65 ± 9.6 |
| | | | | | Ryhmä III — *Gewicht III* | | | | | | | |
| 163 | E(S) | 111 | 43.6 | 82.5 | 38.9 | 350 | 195.7 | 204.2 | 74.5 | 0.67 | — 8.5 —11.4 | — 92 |
| 172 | E(S) | 133 | 38.7 | 76.9 | 38.2 | 287 | 208.6 | 213.6 | 60.0 | 0.45 | — 5.0 — 8.3 | —134 |
| 173 | K(E) | 111 | 39.5 | 83.6 | 44.1 | 397 | 202.1 | 203.9 | 73.0 | 0.66 | — 1.8 — 2.5 | — 69 |
| 181 | E(S) | 126 | 33.4 | 86.1 | 52.7 | 418 | 231.5 | 227.7 | 78.1 | 0.63 | + 3.8 + 4.9 | — 57 |
| 211 | K(E) | 126 | 31.0 | 84.0 | 53.0 | 421 | 226.3 | 226.0 | 75.4 | 0.60 | + 0.3 + 0.4 | — 55 |
| 214 | K(E) | 133 | 34.0 | 71.5 | 37.5 | 282 | 198.0 | 198.2 | 56.5 | 0.43 | — 0.2 — 0.4 | —120 |
| 224 | E(S) | 126 | 35.0 | 72.3 | 37.3 | 296 | 192.7 | 211.6 | 71.3 | 0.58 | —18.9 —26.5 | —115 |
| 231 | K(E) | 119 | 35.6 | 86.1 | 50.5 | 424 | 221.7 | 222.5 | 79.8 | 0.67 | — 0.8 — 1.0 | — 59 |
| Yhteensä | | 985 | 290.8 | 643.0 | 352.2 | — | 676.6 | 1 707.7 | 568.6 | — | —31.1 — | — |
| Keskim.[1]) *Insgesamt Durchschnittl.* [1]) | | 123.1 | 36.4 | 80.4 | 44.0 | 359 | 209.6 | 213.5 | 71.1 | 0.59 | — 3.9 — 5.6 ± 3.5 | — 88 ±11.3 |
| | | | | | | | | | Ominaisrehun kulutus — *Eigenfutterverbrauch* 100 P / L | | | Suhteellinen rehunkulutus (ry/kg lisäkasv.) *Relativer Futterverbrauch (FE/kg Zuwachs)* |
| | | | | | Ryhmä I (vertailuryhmä) — *Gruppe I (Vergleichsgruppe)* | | | | | | | |
| 152 | E(S) | 63 | 40.5 | 87.7 | 47.2 | 749 | 176.0 | 166.7 | | | 94.7 | 3.53 |
| 162 | E(S) | 63 | 43.3 | 87.7 | 44.4 | 705 | 170.9 | 164.6 | | | 96.3 | 3.71 |
| 164 | E(S) | 57 | 45.2 | 92.8 | 47.6 | 835 | 176.3 | 150.5 | | | 85.4 | 3.16 |
| 171 | K(E) | 77 | 34.5 | 91.1 | 56.6 | 735 | 209.1 | 198.5 | | | 94.9 | 3.51 |
| 183 | K(E) | 70 | 40.6 | 96.1 | 55.5 | 793 | 207.5 | 191.9 | | | 92.5 | 3.46 |
| 223 | K(E) | 77 | 34.0 | 88.3 | 54.3 | 705 | 201.2 | 190.5 | | | 94.7 | 3.51 |
| 232 | E(S) | 70 | 33.8 | 86.7 | 52.9 | 756 | 190.3 | 172.1 | | | 90.4 | 3.25 |
| 234 | K(E) | 84 | 32.5 | 88.3 | 55.8 | 664 | 209.5 | 207.1 | | | 98.9 | 3.71 |
| Yhteensä | | 561 | 304.4 | 718.7 | 414.3 | — | 1 540.8 | 1 441.9 | | | — | — |
| Keskim.[1]) *Insgesamt Durchschn.* [1]) | | 70.1 | 38.1 | 89.8 | 51.8 | 743 | 192.6 | 180.2 | | | 93.5 ±1.45 | 3.48 ±0.07 |

[1]) Aritmeettisia keskimääriä. Punnitut keskimäärät ovat näistä merkityksettömän vähän poikkeavia. — *Arithmetrische Durchschnitte. Die gewogenen Durchschnitte weichen von jenen belanglos wenig ab.*

[2]) E = emakko, K = leikko. — S = Sau, E = Bark.

kuin vertailuryhmän huonoimmalla eläimellä (K 234). Todellisen elopainon kasvunopeus ensimmäisellä koejaksolla oli 566 g/pv., toisella 657 g/pv. ja kolmannella 604 g/pv. Iän lisääntyessä eivät siis kasvunopeus ja selluloosan hyväksikäyttökyky parantuneet.

Jäteselluloosan kuiva-aineen ry-arvoksi 100 kg kohti saadaan ryhmä II:n tulosten perusteella —13.9±7.2 [1]). Jäteselluloosa on siis alentanut muidenkin rehujen ravintoarvoa. Väkirehuarvo —65±9.6 osoittaa, että koeolosuhteissa on 100 kg jäteselluloosan kuiva-ainetta kuluttanut hukkaan 65 ry perusrehua. Vertailuryhmällä tarvittiin väkirehua (perusrehua) lisäkasvukiloa kohti 3.48 (±0.07) ry. Ryhmä II:lla tarvittiin sitä 3.92 (±0.08) ry.

Teurastustappio ryhmä II:lla oli 26.9 %. Vertailuryhmällä se oli 25.8 %. Selkäsilava oli ryhmä II:lla 2±1.4 mm ja vatsasilava 4±1.9 mm. ohuempaa kuin vertailuryhmällä. Silavan kiinteydessä ei ollut havaittavaa eroa.

Ryhmä III ei syönyt suunniteltua rehuannostaan kokonaisuudessaan. Eri eläimet söivät jäteselluloosan kuiva-ainetta 0.43–0.67 kg/pv., keskimäärin 0.59 kg/pv. Ryhmä kehittyi välttävästi n. 80 elopainokiloon saakka, joskin kasvunopeus oli varsin alhainen. Selviä puutostaudin merkkejä oli kuitenkin havaittavissa: iho oli useimmilla rupinen, monella oli selkä köyry ja kävely vaivalloista. Kiima esiintyi emakoilla erittäin voimakkaana. Kolme eläintä oli kasvun pysähtymisen vuoksi teurastettava alle 90-kiloisina. Tulos osoitti selvästi, että runsasta selluloosamäärää ilman C-vitamiinipitoista rehua ei kasvaville sioille voida käyttää, vaikka ruokinta muissa suhteissa olisikin hyvä. Eri eläinten kasvunopeus vaihteli 282—424 g/pv. Keskimäärin se oli 359 g/pv. Vertailuryhmän kasvunopeus oli 743 g/pv. Myös ryhmä III:n paras eläin (K 231) kasvoi paljon hitaammin kuin ryhmä II:n huonoin eläin (K 221).

Ryhmä III:n tulosten perusteella saadaan jäteselluloosan ry-arvoksi 100 kg kohti —5.6±3.5 ja väkirehuarvoksi —88±11.3. Lisäkasvukiloa kohti ryhmä tarvitsi perusrehua 4.85 ry, eli 40 % enemmän kuin vertailuryhmä. Jäteselluloosan ry-arvoksi saatu luku on ryhmä II:lla

[1]) Eri eläimillä saaduissa ry-arvotuloksissa on varsin huomattavia eroja. Pääosa näistä eroista johtunee eri eläinten erilaisesta kyvystä käyttää koko rehuannos hyväkseen (vrt. taulukko 6., vertailuryhmän ominaisrehunkulutus). Koetuloksia esitettäessä vaikuttaa koko tämä eroavaisuus koerehulle saatavaan ravintoarvoon. Toiseksi eri eläimillä on erilainen rasvanmuodostamiskyky. Kun koetulos lasketaan vain painon lisäyksen perusteella, saattaa eri eläimillä lisäkasvukiloa kohti tarvittu rehun nettoenergiamäärä olla varsin erilainen. Asiaan vähäisemmässä määrin vaikuttavia tekijöitä huomioimattakaan, ei ryhmäkokeen avulla voida selvittää yksilöllisiä eroja koerehun hyväksikäytössä, vaan tarvitaan siihen respiratiokokeita.

luotettavampi kuin ryhmä III:lla, koska viimemainitun ryhmän kasvunopeus ja lihotusaste poikkesivat suuresti vertailuryhmän vastaavista ominaisuuksista. Lisäksi sairastivat ryhmä III:n eläimet puutostautia, jota ryhmillä I ja II ei ilmennyt.

Teurastustappio ryhmä III:lla oli 9.6 %. Vertailuryhmällä se oli 25.8 %. Selkäsilava oli 9±1.6 mm ja vatsasilava 11±2.1 mm ohuempi kuin vertailuryhmällä. Silavan kiinteys oli huono. Tämä lienee kuitenkin johtunut kasvun hitaudesta ja silavan ohuudesta.

Rehuannoksen täyttävyyden vaikutusta kasvunopeuteen, ja sen vaikutusta muihin ominaisuuksiin osoittaa seuraava, kokeen lopullisten tulosten perusteella tehty yhdistelmä (ryhmä III:n tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska eläimet kärsivät puutostaudista):

| | | Ryhmä I | Ryhmä II | Ryhmä II |
|---|---|---|---|---|
| Rehuannoksen täyttävyys ..... | kg ka/ry | 0.88 | 1.05 | 1.19 |
| » kuiva-aineen kuitupitoisuus ..... | % | 5.7 | 16.9 | 25.2 |
| Eläintä kohti päivässä kuiva-ainetta | kg | 2.26 | 2.34 | 2.03 |
| » » » | ry | 2.57 | 2.23 | 1.70 |
| » » » kasvunopeus | g | 739 | 583 | 359 |
| Rehuyksiköitä lisäkasvukiloa kohti .. | ry | 3.48 | 3.82 | 4.85 |
| Teurastustappio ..... | % | 25.8 | 26.9 | 26.6 |
| Selkäsilavan paksuus ..... | cm | 3.1 | 2.9 | 2.2 |
| Vatsasilavan paksuus ..... | cm | 3.4 | 3.0 | 2.3 |

### b. Koe siitoksesta poistetuilla emakoilla

11/6—10/12. 41.

Koetta varten hankittiin 22/4—30/5. 41 välisenä aikana eri tiloilta yhteensä 11 kpl siitoksesta poistettuja terveitä emakoita. Niiden ruokintaan käytettiin kuorittua maitoa, vehnänleseitä ja säilöperunaa Jespersenin ja Olsenin (1939) elatusrehuntarvenormien mukaan sekä täyterehuna rukiinolkisilppua. Koska kuitenkin näytti siltä, että emakot hiukan lihoivat mainittujen normien mukaisella ruokinnalla, vähennettiin päivittäistä ry-määrää eri painoluokissa 8—10 %:lla. Tämä ja samalla koesuunnitelman (taulukko 7) mukainen ruokinta aloitettiin kaikilla emakoilla 1/6-41.

## Taulukko N:o 7. *Koe- ja ruokintasuunnitelma.*

Tabelle 7. *Versuchs- und Fütterungsplan.*

| Elopaino *Lebendgewicht* kg | Siirtokausi (1 viikko) *Übergangszeit (1 Woche)* | 1. Koejakso (6 viikkoa) *1. Versuchsfolge (6 Wochen)* | | | | | | Siirtokausi (1 viikko) *Übergangszeit (1 Woche)* | 2. Koejakso (6 viikkoa) *2. Versuchsfolge (6 Wochen)* | | Siirtokausi (1 viikko) *Übergangszeit (1 Woche)* | 3. Koejakso (3 viikkoa) *3. Versuchsfolge (3 Wochen)* | | Siirtokausi (1 viikko). *Übergangszeit (1 Woche)* | 4. Koejakso (6 viikkoa) *4. Versuchsfolge (6 Wochen)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kuorittua maitoa *Magermilch* kg | Vehnälesettä *Weizenkleie* kg | Keitettyä perunaa *Gekochte Kartoffel* kg | Syysviljanolkisilppua *Strohhäcksel von Roggenstroh* kg | Yhteensä *Insgesamt* ry *FE.* | Yhteensä *Insgesamt* sv g *V. Eiw.* | | Perusrehua *Grundfutter* ry *FE* | Selluloosan kuiv. ainetta — *Trockensubstanz der Zellulose* kg | | Selluloosan kuiv. ainetta — *Trockensubstanz der Zellulose* kg | Perusrehua *Grundfutter* | | |
| 120—130 | | 0.8 | 0.8 | 2.4 | Ruokahal. muk. *Dem Fressen gemäss* | 1.30 | 137 | Kuten 1. koejaksolla—*Wie bei der 1. Versuchsfolge* | | 0.29 | Kuten 1. koejakso *Wie Versuchsfolge 1.* | | Ruokahal. muk. *Dem Fressen gemäss* | | Kuten 1. koejakso *Wie Versuchsfolge 1.* |
| 130—150 | | 0.9 | 0.8 | 2.6 | | 1.37 | 142 | | | 0.30 | | | | | |
| 150—170 | | 0.9 | 0.9 | 2.8 | | 1.49 | 154 | | | 0.33 | | | | | |
| 170—190 | | 0.9 | 1.0 | 2.9 | | 1.59 | 168 | | | 0.35 | | | | | |
| 190—210 | | 1.0 | 1.0 | 3.2 | | 1.68 | 173 | | | 0.37 | | | | | |
| 210—230 | | 1.0 | 1.1 | 3.3 | | 1.77 | 185 | | | 0.39 | | | | | |
| 230—240 | | 1.1 | 1.1 | 3.4 | | 1.81 | 189 | | | 0.40 | | | | | |

Koe järjestettiin j a k s o k o k e e k s i emakoiden vähäisen lukumäärän vuoksi. Ruokintasuunnitelmaa laadittaessa lähdettiin siitä edellytyksestä, että syysviljanolkisilpun ravintoarvo on sioilla 0. Sen perusteella, mitä kirjoituksen alussa on esitetty, voidaan tätä edellytystä pitää oikeutettuna. Perusrehun pysyessä muuttumattomana on syysviljan olkisilppu vaihdettu 2. koejaksolla 0.3—0.4 kg:aan selluloosan kuiva-ainetta, ja 3. koejaksolla, jonka päätarkoitus on tarkata maksimimääriä, mitä siat selluloosaa syövät, ruokahalun mukaiseen selluloosamäärään. 4. koejakso on samanlainen kuin 1. koejakso.

Perusrehun sulavavalkuaispitoisuus on 103—106 g sv/ry. Se järjestettiin näin suureksi siksi, että selluloosakaudella ei syntyisi valkuaispuutetta, ja siksi, että perusrehun valkuainen on verraten yksipuolista. Perusrehun täyttävyys (kg kuiva-ainetta ry:ssä) on 1.0. Kivennäisrehuna oli annettava 30 g/ry samaa seosta kuin lihotussioilla suoritetussa kokeessa.

Koerehut analysoitiin samoin kuin lihotussioilla suoritetussa kokeessa. Analyysitulokset esitetään taulukossa n:o 8. Käytetty selluloosa oli hienonnettua Rauman rehuselluloosaa. Ennen syöttöä ei sitä erikoisesti käsitelty.

Taulukko N:o 8. *Koerehujen analyysitulokset.*

Tabelle 8. *Die Analysenergebnisse über die Versuchsfuttermittel.*

| Anal. päivä *Anal. tag* | Rehu *Futtermittel* | Alkup. kuiva-aine *Ursprüngl. Trockensubstanz* % | Kuiva-ainetta *Trockensubstanz* % | Tuhkaa — *Asche* % | Raakaproteiinia *Rohprotein* % | Puhdasproteiinia *Reinprotein* % | Raakarasvaa *Rohfett* % | N-vapaita uute-aineita — *N-freie Extraktstoffe* % | Raakakuitua *Rohfaser* % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15. 7. 42 | Kaurajauhot — *Hafermehl* .... | 90.6 | 100.0 | 3.75 | 15.12 | 13.69 | 4.86 | 66.23 | 10.04 |
| 17. 9. 42 | » | 90.2 | 100.0 | 3.88 | 14.97 | 13.41 | 4.99 | 66.40 | 9.76 |
| 15. 7. 42 | Vehnänlese — *Weizenkleie* ... | 88.5 | 100.0 | 4.86 | 17.63 | 16.16 | 4.63 | 64.29 | 8.59 |
| 27. 9. 42 | » | 88.4 | — | — | — | — | eetteriuutetta *Ätherauszug* | — | ligniiniä *Lignin* |
| 27. 9. 42 | Rauman rehuselluloosa — *Rauma-Futterzellulose* ..... | 93.6 | 100.0 | 0.97 | | | 0.51 | | 0.79 |

Selostus koe-eläimistä kokeen alkaessa esitetään taulukossa n:o 9.

Yksi emakoista oli poistettava kokeesta tiineyden vuoksi ja toinen kasvaimen vuoksi. Muuten oli eläinten terveys moitteeton. Eläimet punnittiin kerran viikossa, paitsi kunkin koejakson alussa ja lopussa kolmena perättäisenä päivänä. Koejakson alku- ja loppupainot ovat näiden kolmen punnituksen keskimäärät. Uusi ruokinta aloitettiin heti viimeisen punnituksen jälkeen. Siirtyminen suoritettiin kahdessa päivässä. Ruokinnassa sattui seuraavia häiritseviä tapauksia. Eläimen n:o 6 perusrehuannos oli 1. koejaksolla 0.09 ry päivässä pienempi kuin seuraavilla koejaksoilla. Muuten oli eläinten eri koejaksoilla saama perusrehumäärä päivää kohti käytännöllisesti sama. Säilöperuna oli 10/9. 42 pakko vaihtaa keitettyyn perunaan. Samoin oli 14/11. 42 alkaen syötettävä jäätynyttä perunaa keitettynä. Jäätyneen perunan kuiva-aineelle laskettiin sama ry-arvo kuin jäätymättömänkin. Niiden höyryytysvesi syötettiin ylimääräisenä. Kuoritun maidon saannin tilapäisen pysähtymisen vuoksi oli 3. ja 4. koejakson välinen siirtokausi pidennettävä kolmeksi viikoksi.

Emakoiden viikottaiset painonmuutokset esitetään piirroksessa n:o 2. Kokeen tulokset esitetään taulukossa n:o 10.

Taulukko N:o 9. *Koe-emakot 11/6-41.*

Tabelle 9. *Die Versuchssäue am 11. 6. 41.*

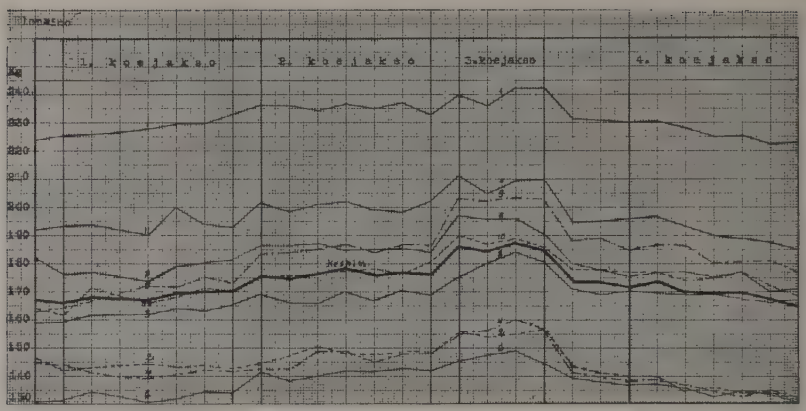
| N:o *Nr.* | Rotu [1]) *Rasse* | Syntymäaika *Geburtszeit.* | Ikä — *Alter* | Porsinut viimeksi *Zuletzt geworfen* | | Elopaino *Lebendgewicht* | Ruumiinpituus [2]) *Körperlänge* [2]) | Rinnan syvyys *Brusttiefe* | Rinnanympärys *Brustumfang* | Kunto *Zustand* | Lähettäjä *Herkunft* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | pvm. *Datum* | Elävänä syntyneitä *Lebendgeboren* kpl. *St.* | | | | | | |
| | | | v.-*J.* | | | kg | cm | cm | cm | | |
| 1 | Y | $^{21}/_{12}$-38 | 3.5 | $^{20}/_{11}$-40 | 11 | 225.5 | 161 | 53 | 153 | lihavahko *ziemlich dick* | Kujala |
| 2 | Y | $^{1}/_{9}$-37 | 3.8 | $^{16}/_{3}$-41 | 7 | 142.0 | 142 | 44 | 117 | laiha - *mager* | Jokioinen |
| 3 | Y | $^{14}/_{7}$-38 | 2.9 | $^{5}/_{3}$-41 | 8 | 159.3 | 136 | 45 | 129 | keskinkert. *mittelmäss.* | » |
| 4 | Y | $^{2}/_{5}$-38 | 3.1 | $^{19}/_{9}$-40 | 9 | 143.3 | 134 | 43 | 121 | laihahko *ziemlich mager* | » |
| 6 | Y | $^{30}/_{5}$-40 | 1.0 | $^{29}/_{4}$-41 | 14 | 131.2 | 133 | 41 | 119 | keskinkert. *mittelmäss.* | Harviala |
| 8 | Y | $^{25}/_{2}$-32 | 9.3 | $^{25}/_{3}$-41 | 8 | 175.3 | 151 | 47 | 131 | laiha - *mager* | Honkola |
| 9 | Y | $^{11}/_{8}$-35 | 5.8 | $^{23}/_{2}$-41 | 10 | 164.2 | 156 | 47 | 137 | laihahko *ziemlich mager* | Otava |
| 10 | Y | $^{28}/_{12}$-37 | 3.5 | $^{16}/_{4}$-41 | 13 | 161.7 | 150 | 46 | 126 | » | » |
| 11 | Y | $^{8}/_{3}$-38 | 3.1 | $^{31}/_{4}$-41 | 9 | 193.5 | 157 | 48 | 134 | » | » |

Ensimmäisellä koejaksolla, 11/6—23/7. 42, saivat eläimet perusrehua 1.52 ry/pv. Rukiinolkisilppua ne söivät 342 g/pv. Keskimääräinen kasvunopeus oli 105 g/pv.

Toisella koejaksolla, 30/7—9/9. 42 saivat eläimet perusrehua 1.54 ry/pv. ja selluloosaa 368 g/pv. Keskimääräinen kasvunopeus oli +45 g/pv. Ensimmäiseltä toiselle koejaksolle siirryttäessä emakoiden paino nousi keskimäärin 2.6 kg:lla, vaikka vaihdettu selluloosamäärä oli miltei sama kuin olkimäärä. N. 2 kg tästä lisäyksestä aiheutuu

[1]) Y = Yorkshire.

[2]) Hännänjuuresta niskakyhmyyn. — *Von der Schwanzwurzel bis zum Nacken.*




Piirros n:o 2. Emakoiden painot selluloosakokeessa.

Fig. 2. *Die Gewichte der Säue im Zelluloseversuch.*

vatsantäytteen lisääntymisestä, koska vastaavaa painonlisäystä ei 2. koejakson aikana enää tapahtunut. Toisen koejakson aikana eläimet olivat varsin nälkäisiä.

Kolmannella koejaksolla, 17/9—8/10-42, eläimet saivat perusrehua 1.54 ry/pv. Selluloosaa ne söivät keskimäärin 1.06 kg/pv. Eri eläimet söivät sitä 0.87—1.20 kg/pv. ja 100 elopainokiloa kohti 0.42—0.64 kg/pv. Kasvunopeus oli —31 g/pv. Kolmannelle koejaksolle siirryttäessä nousi emakoiden paino taas 8.7 kg:lla, mikä lähimain kokonaisuudessaan on katsottava johtuvaksi vatsantäytteen lisääntymisestä. Entiset laihatkin eläimet näyttivät tällä koejaksolla lihavahkoilta, ja kun ne eivät olleet nälkäisiä, myös hyvinvoivilta.

Kun selluloosaruokinta lopetettiin, putosi emakoiden paino viikossa 11.1 kg:lla. Tästä n. 10.4 kg aiheutuu vatsantäytteen poistumisesta (mainittu luku on saatu huomioonottamalla 3. ja 4. koejaksojen keskimääräinen kasvunopeus). Suurena tekijänä selluloosan vatsantäytettä lisäävässä ominaisuudessa lienee sen suuri vedenpidätyskyky. Vielä 16 % kuiva ainetta sisältävä selluloosa-vesi-seos on puuromaista. Vasta 10 % kuiva-ainetta sisältävänä se muuttuu vellimäiseksi.

Neljännellä koejaksolla, 5/11—10/12. 42 eläimet saivat perusrehua 1.53 ry/pv. Rukiinolkisilppua ne söivät 701 g/pv. Kasvunopeus oli —161 g/pv.

Edelläolevasta havaitaan ensinnäkin, että samalla päivittäisellä ry-määrällä emakot ovat kesällä lihoneet ja talvella laihtuneet. Ensimmäisen koejakson aikana sikalan lämpötila oli n. +19° Celc., nel-

## Taulukko N:o 10. *Selluloosakoe emakoilla.*

Tabelle 10. *Zelluloseversuch mit Säuen.*

| Aika *Zeit* | Eläinten *Tiere* | Ruokintapäivien luku *Anzahl der Fütterungstage* | Ruokinta jakson aikana — *Fütterung während der Folge* | | | | | | | Perusrehua *Grundfutter* | | Ryhmän elopaino *Lebendgewicht der Gruppe* | | | Lisäkasvu *Zuwachs* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Kuorittua maitoa *Magermilch* | | Vehnänlesettä *Weizenkleie* | | Perunaa *Kartoffel* | | Rukiinolkisilppua — *Roggenstrohhäcksel* | Selluloosaa (ka 93.6 %) *Zellulose* | Eläintä kohti pv:ssä—*Je Tier täglich* | Yhteensä *Insgesamt* | Jakson alussa *Zu Beginn der Folge* | Jakson lopussa *Am Ende der Folge* | Eläintä kohti keskim. - *Je Tier durchschnittlich* | Ryhmää kohti *Je Gruppe* | Eläintä kohti pv:ssä—*Je Tier täglich* |
| | N:o Nr. | | kg | ry *FE.* | kg | ry *FE.* | kg | ry *FE.* | kg | kg | ry *FE.* | ry *FE.* | kg | kg | kg | kg | g |
| | | | | | | | 1. Koejakso — *(1. Versuchsfolge)* | | | | | | | | | | |
| 11/6—22/7.—42 | 1 | 42 | 42.0 | 7.1 | 46.2 | 32.6 | 138.6 | 35.8 | 16.3 | | 1.80 | 75.5 | 225.5 | 233.0 | 229.3 | 7.5 | 179 |
| | 2 | 42 | 37.8 | 6.3 | 33.6 | 23.6 | 109.2 | 28.1 | 21.9 | | 1.38 | 58.0 | 142.0 | 141.7 | 141.9 | — 0.3 | —007 |
| | 3 | 42 | 37.8 | 6.3 | 37.8 | 26.6 | 117.6 | 30.3 | 18.0 | | 1.51 | 63.2 | 159.3 | 165.2 | 162.3 | 5.9 | 140 |
| | 4 | 42 | 37.8 | 6.3 | 33.6 | 23.6 | 109.2 | 28.1 | 12.7 | | 1.38 | 58.0 | 143.3 | 144.3 | 143.8 | 1.0 | 024 |
| | 6 | 42 | 36.0 | 6.0 | 32.0 | 22.5 | 104.0 | 26.7 | 5.7 | | 1.31 | 55.2 | 131.2 | 133.3 | 132.3 | 2.1 | 050 |
| | 8 | 42 | 37.8 | 6.3 | 41.8 | 29.5 | 121.8 | 31.4 | 7.7 | | 1.60 | 67.2 | 175.3 | 181.5 | 178.4 | 6.2 | 148 |
| | 9 | 42 | 37.8 | 6.3 | 37.8 | 26.6 | 117.6 | 30.3 | 12.1 | | 1.51 | 63.2 | 164.2 | 173.8 | 169.0 | 9.6 | 229 |
| | 10 | 42 | 37.8 | 6.3 | 37.8 | 26.6 | 117.6 | 30.3 | 18.5 | | 1.51 | 63.2 | 161.7 | 170.5 | 166.1 | 8.8 | 210 |
| | 11 | 42 | 42.0 | 7.1 | 42.0 | 29.6 | 134.4 | 34.7 | 16.2 | | 1.70 | 71.4 | 193.5 | 192.5 | 193.0 | — 1.0 | —024 |
| Yhteensä | | 378 | 346.8 | 58.0 | 342.6 | 241.2 | 1 070.0 | 275.7 | 129.1 | | — | 574.9 | 1 496.0 | 1 535.8 | — | 39.8 | — |
| Keskim.. *Insgesamt durchschnittl.* | | | | | | | | | | | 1.52 | 63.9 | 166.2 | 170.6 | 168.4 | — | 105 |
| | | | | | | | 2. Koejakso — *(2. Versuchsfolge)* | | | | | | | | | | |
| 30/7—9/9.—42 | 1 | 42 | 44.1 | 7.3 | 46.2 | 33.0 | 140.8 | 35.8 | | 18.27 | 1.81 | 76.1 | 236.0 | 232.5 | 234.3 | — 3.5 | —083 |
| | 2 | 42 | 37.8 | 6.2 | 34.2 | 24.5 | 110.4 | 28.2 | | 14.04 | 1.40 | 58.9 | 142.3 | 148.5 | 145.4 | 6.2 | 148 |
| | 3 | 42 | 37.8 | 6.2 | 37.8 | 27.0 | 117.6 | 29.9 | | 15.12 | 1.50 | 63.1 | 169.3 | 169.0 | 169.2 | — 0.3 | —007 |
| | 4 | 42 | 37.8 | 6.2 | 35.0 | 25.1 | 111.4 | 28.4 | | 14.22 | 1.42 | 59.7 | 144.8 | 148.7 | 146.8 | 3.9 | 193 |
| | 6 | 42 | 37.8 | 6.2 | 33.9 | 24.2 | 109.2 | 27.8 | | 13.86 | 1.39 | 58.2 | 141.0 | 143.0 | 142.0 | 2.0 | 048 |
| | 8 | 42 | 38.5 | 6.3 | 41.7 | 29.8 | 123.6 | 31.4 | | 16.08 | 1.61 | 67.5 | 186.0 | 183.8 | 184.9 | — 2.2 | —052 |
| | 9 | 42 | 37.8 | 6.2 | 39.3 | 28.1 | 119.1 | 30.3 | | 15.42 | 1.54 | 64.6 | 183.5 | 186.7 | 185.1 | 3.2 | 076 |
| | 10 | 42 | 37.8 | 6.2 | 39.3 | 28.1 | 119.1 | 30.3 | | 15.42 | 1.54 | 64.6 | 175.0 | 180.8 | 177.9 | 5.8 | 138 |
| | 11 | 42 | 42.0 | 6.9 | 42.0 | 30.0 | 134.4 | 34.2 | | 16.80 | 1.69 | 71.1 | 201.0 | 202.8 | 201.9 | 1.8 | 043 |
| Yhteensä | | 378 | 351.4 | 57.7 | 349.4 | 249.8 | 1 085.6 | 276.3 | | 139.23 | — | 583.8 | 1 578.9 | 1 595.8 | — | 16.9 | — |
| Keskim. *Insgesamt durchschnittl.* | | | | | | | | | | | 1.54 | 64.9 | 175.4 | 177.3 | 176.4 | — | 045 |
| | | | | | | | 3. Koejakso — *(3. Versuchsfolge)* | | | | | | | | | | |
| 17/9—7/10.—42 | 1 | 21 | 21.0 | 3.6 | 23.1 | 16.5 | 69.3 | 17.5 | | 21.10 | 1.79 | 37.6 | 240.7 | 242.2 | 241.5 | 1.5 | 071 |
| | 2 | 21 | 18.9 | 3.3 | 17.0 | 12.2 | 54.6 | 13.8 | | 22.50 | 1.40 | 29.3 | 156.2 | 156.2 | 156.2 | 0.0 | — |
| | 3 | 21 | 18.9 | 3.3 | 18.9 | 13.5 | 58.8 | 14.8 | | 21.40 | 1.51 | 31.6 | 174.3 | 180.8 | 177.6 | 6.5 | 310 |
| | 4 | 21 | 18.9 | 3.3 | 17.0 | 12.2 | 54.6 | 13.8 | | 20.70 | 1.40 | 29.3 | 155.5 | 156.2 | 155.9 | 0.7 | 033 |
| | 6 | 21 | 18.9 | 3.3 | 17.0 | 12.2 | 54.6 | 13.8 | | 18.20 | 1.40 | 29.3 | 145.2 | 144.2 | 144.7 | — 1.0 | —048 |
| | 8 | 21 | 18.9 | 3.3 | 21.0 | 15.0 | 60.9 | 15.4 | | 21.00 | 1.61 | 33.7 | 197.0 | 190.2 | 193.6 | — 6.8 | —324 |
| | 9 | 21 | 18.9 | 3.3 | 18.9 | 13.5 | 58.8 | 14.8 | | 24.20 | 1.51 | 31.6 | 203.2 | 202.7 | 203.0 | — 0.5 | —024 |
| | 10 | 21 | 18.9 | 3.3 | 18.9 | 13.5 | 58.8 | 14.8 | | 25.30 | 1.51 | 31.6 | 190.5 | 186.0 | 188.3 | — 4.5 | —214 |
| | 11 | 21 | 21.0 | 3.6 | 20.3 | 14.5 | 67.2 | 16.9 | | 25.30 | 1.67 | 35.0 | 211.5 | 209.7 | 210.6 | — 1.8 | —086 |
| Yhteensä | | 189 | 174.3 | 30.3 | 172.1 | 123.1 | 537.6 | 135.6 | | 199.70 | — | 289.0 | 1 674.1 | 1 668.2 | — | — 5.9 | — |
| Keskim. *Insgesamt durchschnittl.* | | | | | | | | | | | 1.54 | 32.1 | 186.0 | 185.4 | 185.7 | — | —031 |
| | | | | | | | 4. Koejakso — *(4. Versuchsfolge)* | | | | | | | | | | |
| 29/10—9/12.—42 | 1 | 42 | 42.0 | 6.5 | 46.2 | 33.0 | 138.6 | 36.0 | 33.9 | | 1.80 | 75.5 | 229.3 | 223.2 | 226.3 | — 6.1 | —145 |
| | 2 | 42 | 37.8 | 5.9 | 33.6 | 24.0 | 109.2 | 28.2 | 34.7 | | 1.38 | 58.1 | 140.0 | 131.3 | 135.7 | — 8.7 | —207 |
| | 3 | 42 | 37.8 | 5.9 | 37.8 | 27.0 | 117.6 | 30.6 | 30.1 | | 1.51 | 63.5 | 170.8 | 167.2 | 169.0 | — 3.6 | —086 |
| | 4 | 42 | 37.8 | 5.9 | 33.6 | 24.0 | 109.2 | 28.2 | 29.5 | | 1.38 | 58.1 | 138.0 | 131.5 | 134.8 | — 6.5 | —155 |
| | 6 | 42 | 37.8 | 5.9 | 33.6 | 24.0 | 109.2 | 28.2 | 24.9 | | 1.38 | 58.1 | 136.8 | 130.7 | 133.8 | — 6.1 | —145 |
| | 8 | 42 | 37.8 | 5.9 | 42.0 | 30.0 | 121.8 | 31.5 | 12.8 | | 1.61 | 67.4 | 175.3 | 171.2 | 173.3 | — 4.1 | —098 |
| | 9 | 42 | 37.8 | 5.9 | 37.8 | 27.0 | 117.6 | 30.6 | 33.0 | | 1.51 | 63.5 | 184.2 | 176.7 | 180.5 | — 7.5 | —179 |
| | 10 | 42 | 37.8 | 5.9 | 37.8 | 27.0 | 117.6 | 30.6 | 33.0 | | 1.51 | 63.5 | 176.5 | 169.2 | 172.9 | — 7.3 | —174 |
| | 11 | 42 | 42.0 | 6.5 | 42.0 | 30.0 | 134.4 | 34.8 | 33.0 | | 1.70 | 71.3 | 195.8 | 184.7 | 190.3 | —11.1 | —264 |
| Yhteensä | | 378 | 348.6 | 54.3 | 344.4 | 246.0 | 1 075.2 | 278.7 | 264.9 | | — | 579.0 | 1 546.7 | 1 485.7 | — | —61.0 | — |
| Keskim. *Insgesamt durchschnittl.* | | | | | | | | | | | 1.53 | 64.3 | 171.9 | 165.1 | 168.5 | — | —161 |

jännen koejakson aikana se oli n. + 5° Cels., Emakoiden elatusrehuntarve on siis varsin suuresti sikalan lämpötilasta riippuvainen. Myös ruokahalu oli niillä kylmässä suurempi, koska ne tällöin söivät rukiinolkisilppua kaksi kertaa niin paljon kuin kesällä. Huomioonottaen, että emakoiden elatusrehuannos oli 9 % pienempi JESPERSENin ja OLSENin (1939) esittämiä normeja, sekä lisäksi kasvunopeuden kesällä ja talvella, rehujen laadun ja eläinten liikkumistilan vahvistavat kokeen tulokset mainittujen normien soveltuvaisuutta kaiken kokoisiin emakkoihin nähden. JESPERSENin ja OLSENin normit ovat n. 10 % pienemmät meillä käytettyjä normeja.

Selluloosan ravintoarvoa selvitettäessä oli tarkoitus verrata 2. ja 3. koejaksoja 1. ja 4. koejaksojen keskimäärään. Edellä esitetyt koekausien sääsuhteet tekevät kuitenkin 3. ja 4. koejakson tulokset vertailukelvottomiksi. Koetta oli myös tarkoitus jatkaa lihotuskokeella lisäkasvukiloa kohti tarvittavan ry-määrän selvittämiseksi. Koska eläimiä tarvittiin muihin kokeisiin, luovuttiin mainitusta kokeesta. Melko hyvin vertailukelpoisiksi sekä sikalan lämpötilaan, että sattuneisiin rehujen laadun muutoksiin nähden jäävät vain 1. ja 2. koejakso. Näiden koejaksojen tuloksia ei tarvitse lähemmin laskea. Vertaamalla eläinten kasvunopeutta näillä koejaksoilla, + 105 g/pv. ensimmäisellä ja + 42 g/pv. toisella koejaksolla, käy ilmeiseksi, että selluloosalla ei keskimäärin ole ollut positiivista ravintoarvoa. Systemaattiset ja satunnaiset virhetekijät (esim. nälästä johtuva liikunnan lisääntyminen 2. koejaksolla, sikalan 2. koejaksolla vähän alhaisempi lämpötila ja vatsantäytteen vaihtelut punnittaessa) huomioonottaen ei myös voida todistaa, että selluloosalla olisi keskimäärin ollut negatiivista ravintoarvoa. Todennäköisintä on, että selluloosan ravintoarvo emakoiden elatusrehuna on keskimäärin ollut 0. Sian normaalisessa rehuannoksessa on jo täysin riittävästi raakakuitua (selluloosaa) sen elinten toiminnan normaalisena pitämiseksi. Vaikka rehuselluloosaa normaalisessa rehuannoksessa vähän sulaakin, kuluu siten saatu energia selluloosan aiheuttamaan ruoansulatustyöhön. Näin näyttää olevan asian laita ainakin tutkittuun rehuselluloosalaatuun nähden.

Mitä tulee eri yksilöillä saatujen tulosten arvostelemiseen on huomioonotettava seuraavaa:

Kolmen päivän punnitusten keskimäärässä ei vaihtelevan vatsantäytteen vaikutus painoon vielä täysin kumoudu. Eri päivien punnitusten poikkeama kolmen päivän punnitusten keskimäärästä oli keskimäärin 1.08 kg. ja maksimipoikkeama 7.2 kg. Kolmen päivän punni-

tusten keskimäärän standardipoikkeama oli ±1.29 kg. Voidaan edelleen laskea, että punnituksesta johtuva epätarkkuus yksityisen eläimen kasvunopeudessa oli 6-viikon koejaksolla n. ⅔:lla eläimistä alle 43 g/pv. ja n. ⅓:lla sitä suurempi. 3-viikon kokeessa on vastaava luku 86 g/pv. Tästä johtuen yksityisten eläinten tulokset eri koejaksoilta ovat varsin epäluotettavia. Lisäksi eri eläinten erilainen liikkuvaisuus voi aiheuttaa eroja niiden elatusravinnontarpeessa. Eläimellä n:o 4 (taulukko 10, piirros 2) näyttää selluloosalla koejaksoilla 2. ja 3. olleen rukiinolkisilppuun verrattuna positiivista vaikutusta. Eläimellä n:o 8 näyttää tämä vaikutus olleen negatiivista sekä 2. ja 3. koejaksoilla. On siis pidettävä mahdollisena, että eri yksilöillä on jossain määrin erilainen selluloosan hyväksikäyttökyky, mutta luotettavasti tämä voidaan selvittää vain respiratiokokeilla. Sitävastoin on kokeen perusteella todennäköistä, että koko rehuannoksen, selluloosa mukaanluettuna, ovat eri eläimet käyttäneet erilailla hyväkseen. Tämä ilmenee seuraavasta yhdistelmästä, jossa tarkastetaan muutamien yksilöiden painonmuutoksia koko kokeen aikana (vrt. kuitenkin, mitä edellä on sanottu).

| Eläimen n:o | Kasvunopeus koko kokeen aikana g/pv. | Elatusrehua % JESPERSENin normeista | Kokeen alku- ja loppupainon keskimäärä kg | Saanut perusrehua ry/pv |
|---|---|---|---|---|
| 2 | —82 | 92 | 138.8 | 1.39 |
| 4 | +3 | 93 | 130.5 | 1.36 |
| 1 | —4 | 92 | 223.6 | 1.80 |
| 9 | +75 | 90 | 169.9 | 1.52 |

### c. Emakoiden ja lihotussikojen vertailua.

On yleinen käsitys, että täyttävien (raakakuitupitoisten) rehujen ravintoarvo emakoilla olisi suurempi kuin lihotussioilla. Tämä käsitys johtunee siitä, että monia rehuja, joita menestyksellisesti voidaan käyttää emakoille (kuten ruumenia, naatteja, vihantarehua ja laidunta), ei voida yhtä menestyksellisesti käyttää lihotussioille. Tämä käsityskanta on tarkistamisen tarpeessa, kuten seuraavasta selviää.

Porsaan kasvunopeus riippuu sen päivittäin saamasta ravintoainemäärästä. Siihen, miten paljon sika voi syödä rehuja, vaikuttaa mitä suurimmassa määrin rehun konsentratio. Eläinkunnasta peräisin olevia rehuja lukuunottamatta on miltei kaikkien muiden rehujen täyttävyys suurempi kuin lihotussian rehuannoksen optimitäyttävyys (joka on n. 0.8 kg ka/ry). Jos rehuannokseen sisältyy täyttäviä rehuja, vähenee rehun väkevyys. Tästä johtuen vähenee lihotussian päivittäin

saama ravintoainemäärä, jolloin myös kasvunopeus vähenee. Tällöin voi lopuksi käydä niin, että lihotuskauden pidentymisestä johtuva elatusrehumäärän lisääntyminen aiheuttaa sen, että lisäkasvukiloa kohti tarvitaan yhtä paljon tai enemmän väkirehua, kuin jos täyttävää rehua ei olisi annettu lainkaan. Tällaisia tuloksia on saatu esim. lihotussikojen laiduntamiskokeissa, jos koetulokset on laskettu suhteellisen rehunkulutuksen (ry/kg lisäkasvua) mukaan, kuten on ollut tapana. Tällöinkin olisi koerehulle tullut jonkinlainen positiivinen ravintoarvo, jos tulokset olisi laskettu EDINin ja HELLEDAYN tavan mukaan, jossa lihotuskauden pidentymisestä johtuva elatusrehuntarpeen lisääntyminen tulee huomioitua. Esim. Sikatalouskoeasemalla saatiin kuivatulla perunapulpalla suoritetuissa lihotuskokeissa tämän täyttävyydeksi EDINin ja HELLEDAYN mukaan laskettuna 1.47 kg ka/ry ja 2.21 kg ka/ry suhteellisen rehunkulutuksen mukaan laskettuina (HYPPÖLÄ 1941). Märehtijöillä saatujen koetulosten mukaan on kuivatun perunapulpan täyttävyys 1.11 ry/kg ka. Emakoiden rehun sitävastoin ei tarvitse olla yhtä väkevää kuin lihotussikojen rehun. Esim. tämän kokeen 1. koejaksolla oli rehuannoksen täyttävyys 1.20, 3. koejaksolla oli se 1.64 ja 4. koejaksolla 1.41 (keskinkertaisen laidunruohon täyttävyys märehtijöillä saatujen tulosten mukaan on 1.26). Täten voi pääosa emakon rehuannoksesta olla suhteellisen täyttäviä rehuja, vaikkei se käyttäisikään niitä lainkaan sen paremmin hyväkseen kuin kasvava lihotussaika.

On kuitenkin olemassa eräs tekijä, joka käytännössä voi vaikuttaa sen, että täyttävän rehun ravintoarvo emakon elatusrehuna on suurempi kuin lihotussian rehuna. Tämä ero ei kuitenkaan johdu eläimen iästä, vaan sen ruokinnasta. Ensinnäkin elatusrehulla on mahdollisuus viipyä pitemmän aikaa bakteeritoiminnan alaisena ruuansulatuskanavassa kuin lihotusrehulla, jonka on nopeasti kuljettava ruuansulatuskanavan läpi, jotta suuret ravintoainemäärät voisivat imeytyä vereen. Toiseksi, jos rehun pääosan muodostavat täyttävät rehut, on umpisuolen ja peräsuolen bakteeriflooralla mahdollisuus ajan mittaan kehittyä siihen suuntaan, että selluloosaa hajoittavien bakteerien määrä lisääntyy. Märehtijöihin ja hevoseen verrattuna (sivu 2) ei tämä toiminta sialla kuitenkaan voine muodostua merkitykselliseksi.

Täyttävien rehujen ravintoarvo riippuu suuresti siitä, missä määrin eläin pystyy hyväksikäyttämään selluloosaa. Esitetyissä kokeissa oli selluloosan ravintoarvo lihotussioilla selvästi negatiivinen (—0.14 ry/kg ka). Emakoilla on sen ravintoarvo todennäköisesti lähimain 0. Märehtijöillä sitävastoin on selluloosan ravintoarvo +0.95 ry/kg ka.

Esitetyn perusteella on pidettävä mahdollisena, että täyttävien (raakakuitupitoisten) rehujen ravintoarvo sioilla elatusrehuna olisi hiukan suurempi kuin lihotusrehuna. Mutta verrattaessa niiden suhteellista ravintoarvoa märehtijöillä saatuihin koetuloksiin, on pidettävä todennäköisenä, että täyttävien rehujen suhteellinen ravintoarvo emakoiden ruokinnassa on hyvin paljon lähempänä lihotussioilla suoritettujen ruokintakokeiden tuloksia (siten laskettuna, että elatukseen kulunut rehu huomioidaan) kuin märehtijöillä suoritettujen kokeiden tuloksia.

### *4. Loppupäätelmät.*

Kirjallisuuskatsauksessa mainittujen tutkimusten mukaan pystyy sika vähissä määrin käyttämään hyväkseen selluloosaa, varsinkin jos rehuannoksen raakakuitumäärä on erittäin pieni. Käytännöllistä merkitystä ei tällä kuitenkaan ole ollut.

Sikatalouskoeasemalla suoritettujen kokeiden mukaan ei rehuselluloosa sovi lihotussikojen rehuksi. Merkityksettömänä vatsantäytteenä se alentaa muidenkin rehujen ravintoarvoa. Annettaessa 36—90-kiloisille lihotussioille 300—400 g päivässä puhdistetun jäteselluloosan kuiva ainetta, aleni niiden päivittäinen kasvunopeus 743:sta 585:een g:aan, samalla kun lisäkasvukiloa kohti tarvittava väkirehumäärä lisääntyi 0.44 ry:llä. 1 kg jäteselluloosan kuiva-ainetta alensi muiden rehujen ravintoarvoa 0.139 ry:llä. Annettaessa 500—600 g jäteselluloosan kuiva-ainetta eläintä kohti päivässä ilman C-vitamiinipitoista rehua, oli kasvunopeus vain 359 g/pv ja eläimet kärsivät puutostautia.

Emakot söivät rehuselluloosaa mielellään, perusrehun lisäksi keskimäärin 1.06 kg/pv, mutta myös emakoiden elatusrehuna oli kokeessa käytetyn, sulfiittimenetelmällä valmistetun kuusiselluloosan ravintoarvo todennäköisesti keskimäärin olematon. Yksilölliset poikkeukset suuntaan tai toiseen ovat kuitenkin mahdollisia.

Koetulokset vahvistavat Jespersenin ja Olsenin (1939) esittämiä emakoiden elatusrehuntarvenormeja.

---

# Referat.

## ÜBER ZELLULOSE ALS SCHWEINEFUTTER.

Nach den Angaben im Schrifttum macht die Verdaulichkeit der Holzzellulose beim Schwein weniger als 10 % aus. Bei den von FINGERLING (1914 a, 1932) angestellten Versuchen belief sich die Verdaulichkeit der Strohzellulose beim Schwein auf 95—97 %. Nach seinen Versuchen entspräche bei den Schweinen 1.49 kg verdauliche Zellulose einer Futtereinheit. FINGERLING wandte jedoch bei seinen Versuchen belanglos kleine Trockensubstanz- und Zellulosemengen an. Wenn das Schwein nur sein Erhaltungsfutter bekommt, findet sich in seinem Verdauungskanal je Futtereinheit Raum, in dem ebensoviel Bakterientätigkeit vor sich gehen kann, wie wenn ein Pferd für sehr schwere Arbeit und eine Kuh sehr hoher Milchproduktion entsprechend gefüttert wird.

Der an der Versuchsstation für Schweinezucht ausgeführte Versuch, der dazu dienen sollte, Nährwert und Verbrauchsmöglichkeiten gereinigter Restzellulose bei der Fütterung von Mastschweinen herauszustellen, umfasste drei Gruppen zu je acht Tieren. Die Vergleichsgruppe (Gruppe I) erhielt Sauerkartoffeln zu 1/3 ihres Futterbedarfs. Bei Gruppe II bestand er zur Hälfte aus Sauerkartoffeln, und bei Gruppe III war die Sauerkartoffel ganz ersetzt durch eine solche Mischung von Magermilch und Zellulose, die nach den bei Wiederkäuern erhaltenen Ergebnissen ihrem Eiweissgehalt und Nährwert nach der ersetzten Sauerkartoffelmenge entsprach. Gruppe II frass ihr Futter unvermindert. Bei Gruppe III war die Zellulosemenge herabzusetzen. Die Tiere dieser Gruppe litten an Mangelkrankheit.

Die Analysenergebnisse der Versuchsfuttermittel sind dargestellt in Tabelle 2, die Fütterung in Tabelle 5, die Entwicklung der Gruppen in Fig. 1 und die Versuchsergebnisse in Tabelle 6. Das Lebendgewicht am Ende des Versuches ist einem Schlachtverlust von 25 % des Schlachtgewichtes entsprechend berechnet worden. Die Versuchsergebnisse sind nach dem Verfahren von EDIN und HELLEDAY (1935) berechnet. Das nach dem relativen Futterverbrauch (FE./kg Zuwachs) berechnete FE.-Wertergebnis wird als Kraftfutterwert bezeichnet.

Nach dem angestellten Versuch zu urteilen, eignet sich Zellulose nicht als Futter für Mastschweine. Als bedeutungslose Magenfüllung vermindert sie auch den Nährwert der übrigen Futtermittel. Ausführlicher geht das aus folgender Zusammenstellung hervor:

| | | Gruppe I | Gruppe II | Gruppe III |
|---|---|---|---|---|
| Anfangsgewicht ..... | kg | 38.1 | 36.6 | 36.4 |
| Endgewicht ..... | kg | 89.8 | 90.5 | 80.4 |
| Tägliche Zunahme je Tier | g | 743 | 585 | 359 |
| Trockensubstanz der Restzellulose je Tier täglich ..... | kg | — | 0.39 | 0.59 |
| Grundfutter je Zuwachs-kg ..... | FE. | 3.48±0.17 | 3.92±0.08 | 4.85 |
| F.E.-Wert der Trockensubstanz der Restzellulose je 100 kg ..... | FE. | — | —13.9±7.2 | —5.6±3.5 |
| Kraftfutterwert je 100 kg Trockensubstanz ..... | | — | —65 ±9.6 | —88 ±11.3 |
| Schlachtverlust ..... | % | 25.8±1.33 | 26.9±0.39 | 29.6±0.67 |
| Dicke des Rückenspeckes | mm | 31±1.2 | 29 ±0.8 | 22 ±1.1 |
| Dicke des Bauchspeckes | mm | 34±1.7 | 30 ±0.9 | 23± 1.2 |
| Speckfestigkeit ..... | Points | 13.1 | 13.1 | 10.2 |

Die Versuche wurden an aus der Züchtung ausgeschiedenen Sauen mit Primazellulose (Sulfitzellulose aus Fichtenholz) fortgesetzt. Der Versuch wurde als Periodenversuch mit 9 Sauen ausgeführt. Der Versuchs- und Fütterungsplan findet sich in Tabelle 7, die Analysenergebnisse der Versuchsfuttermittel in Tabelle 8, die Gewichtsentwicklung der Tiere in Fig. 2 und die Versuchsergebnisse in Tabelle 10.

Während der ganzen Versuchszeit war der Betrag des Grundfutters derselbe. Er sollte dem Erhaltungsfutterbedarf der Sauen entsprechen. Während der ersten Versuchsfolge erhielten die Tiere ausserdem je nach dem Appetit Roggenstrohhäcksel, dessen Nährwert gleich 0 angesetzt wird. Sie frassen durchschnittlich 342 g/Tg davon. Die Wachstumsgeschwindigkeit betrug + 105 g/Tg. Während der zweiten Versuchsfolge bekamen die Sauen statt des Roggenstrohhäcksels 300—400 g/Tg Trockensubstanz von Futterzellulose, durchschnittlich 368 g/Tg. Die Wachstumsgeschwindigkeit belief sich auf +45 g/Tg. In der dritten Versuchsfolge erhielten die Sauen je nach der Fresslust Zellulose. Sie frassen davon durchschnittlich 1.06 kg/Tg. Die Wachstumsgeschwindigkeit betrug —31 g/Tg. In der vierten Versuchsfolge war die Fütterung dieselbe wie in der ersten. An Roggenstrohhäcksel frassen die Sauen jetzt 701 g/Tg. Auf den Erhaltungsfutter bedarf der Sauen hat in sehr hohem Masse die Temperatur des Schweinestalls eingewirkt. Daher sind nur die Versuchsfolgen 1 und 2 vergleichbar. Auf Grund derselben ist es wahrscheinlich, dass der Futterzellulose auch als Erhaltungsfutter der Sauen durchschnittlich kein Nährwert zukommt. Individuelle Abweichungen in dieser oder jener Richtung sind möglich.

## Kirjallisuusluettelo.


Edin, H. **1918** —Om cellulosa som fodermedel (Meddelande Nr **168** från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Husdjursavdelningen Nr **26**, p. 1—15).

—»— **1940** — Den kemiska massans förutsättningar såsom fodermedel. Föredrag vid S. P. E. I.:s vintermöte (Särtryck ur Svensk Papperstidning, 1940, p. 1—7).

Edin, H., Helleday, T. **1935** — Undersökningar angående baconsvinets nettoenergibehov (underhålls- och produktionsfoder) och tillväxt mellan 15 och 90 kg lev. vikt samt en del därpå inverkande faktorer (Meddelande Nr **449** från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet, Husdjursavdelningen Nr. **87**, p. 1—94).

Ellingbø, M. **1940** — Cellulose til slakterisvin (Norsk Landbruk, 1940, p. 605).

Fingerling, G.; Bretsch, E. A. und Arndt, G. **1914** a. Vergleichende Untersuchungen über die Verdauung der Rohfaser durch herbivore und omnivore Tiere (Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, **LXXXIII**, p. 181—210).

Fingerling, G.; Köhler, A. und Reinhardt, F. R.; Bretsch, E.; Arndt, G. und Dietrich, R. **1914** b. — Untersuchungen über den Stoff- und Energieumsatz wachsender Schweine (Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, **LXXXIV**, p. 149—230).

Fingerling, Gustav **1932** — Untersuchungen über den Stoff- und Energieumsatz wachsender Schweine (Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, **CXIII**, p. 273—318).

Haesler, Kurt **1929** — Der Einfluss verschiedener Ernährung auf die Grössenverhältnisse des Magen-Darmkanals bei Säugetieren (Zeitschrift für Züchtung, **B, XVII**, p. 339—412).

Hansson, Nils **1916** — Handbok i utfodringslära för den praktiske lantmannen och landbruksläroverken. Stockholm, 1916, p. I—XIV + 1—720.

Honcamp, F.; Neumann, P.; Müllner, H. **1913** — Vergleichende Untersuchungen über die Verdaulichkeit von Roggen und Weizen und deren Mahlabfällen durch Schaf und Schwein (Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, **LXXXI**, p. 205—288).

Hvidsten, Harald **1940** — Fôrcellulose, dens' anvendelse og naeringsverdi (Nordiske Jordbrugsforskning, p. 180—204).

Hyppölä, Kalervo **1941** — Kuivatun perunapulpan ja sokerijuurikasleikkeen ravintoarvosta lihotussikojen ruokinnassa sekä koe säilöperunalla (Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja N:o 119, p. 1—22).

Jespersen, Johs. og Olsen, Herm. M. **1939** — Svinenes Vedligeholdelses- og Produktionsfoder (**186** de Beretning fra Forsøgslaboratoriet (B), p. 117—124).

Kellner, O. **1920** — Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 9. Auflage. Berlin, 1920, p. I—VIII + 1—668.

Mangold, E. 1930 — Ueber die Möglichkeit einer Darmweitung bei Schweinen (Zeitschrift f. Schweinezucht, **37**, p. 151—155).

—»— **1937** — Verdauung und Verwertung der Rohfaser und Zellulose beim Wiederkäuer und Schwein (Sonderdruck aus »Der Forschungsdienst», **3, 1**, p. 1—56).

Mitshell, H. H. and Hamilton, T. S. **1933** — True and Apparent Digestibility of Oat Hulls and Alfalfa Meal by Swine with Special Reference to the Ability of Swine to Digest Cellulose and Grude Fiber (Journal of Agricultural Research, **47**, p. 426—435).

Poijärvi, Ilmari **1940** a — Rehuselluloosasta ja sen ruokinnasta kotieläimille (Maa, **1940, 11—12**, p. 380—385).

—»— **1940** b — Saammeko jäteselluloosasta halvan apurehun (Suomen Ayrshirekarja, **1940, 5—6**, p. 45—47).